$Ba(Fe,Co)_2As_2$PIT 線材の強磁場臨界電流特性

Critical current density in $Ba(Fe,Co)_2As_2$ PIT wire in high magnetic fields

為ヶ井 強 [1,2], Qing-Ping Ding[1,2], 田縁 俊光 [1], プロムブッド トライラット [1], 仲島 康行 [1,2], 西嵜 照和 [3]
[1] 東大・工, [2]JST-TRIP, [3] 東北大・金研
T. Tamegai[1,2], Q. P. Ping[1,2], T. Taen[1], T. Prombood[2], Y. Nakajima[1,2], and T. Nishizaki[3]
[1] Faculty of Engineering, The University of Tokyo
[2] JST-TRIP, [3]Institute for Materials Research, Tohoku University

1. はじめに

2008 年の発見以来、鉄系超伝導体の基礎及び応用に関する研究が世界的規模で繰り広げられている。鉄系超伝導体は、T_cこそ 55 K-15 K と銅酸化物高温超伝導体には及ばないものの、低温において 40 T を超す大きな上部臨界磁場を持つことが明らかにされている。また、磁束ピン止めの目安となる異方性も 2-3 程度と有望である[1,2]。さらに、単結晶試料においては低温自己磁場下で 1 MA/cm^2 を超える臨界電流密度（J_c）が報告されており[1]、また粒子線の照射による J_c の増大も確認されている[3]。

一方、実用を目指した線材作製は、パウダー・イン・チューブ（PIT）法・拡散法等を用いた例が報告されている。これまでの低温自己磁場下での通電法による J_c の最大値は$(Sr,K)Fe_2As_2$ における 25,000 A/cm^2 である[4]。我々は、物性測定で最も広く研究されている $Ba(Fe,Co)_2As_2$ を用いて超伝導線材を作製し、J_c の評価を 170 kOe まで行った。

2. 実験

測定に用いた超伝導線材は PIT 法により作製した。Ba(2N)ピース、Fe 粉末(2N)、Co 粉末(2N)、As ピース(6N)を原料として、Ba: Fe: Co: As = 1: 1.8: 0.2: 2 で秤量後、石英管中で 900℃まで 75℃/h で昇温した後 24 時間反応させ、多結晶試料を得た。次に、合成された多結晶試料を窒素を充填したグローブボックス内で粉砕し、重量比 15%の Ag 粉末(3N)と混合した後、内径 3 mm、外形 4.5 mm の Ag チューブに充填し、手動ローラーで外径~0.8 mm の線材を作製した。線材は 40 mm 程度の長さに切り分けた後、再び石英管に封入し、800℃で 24 時間反応させた。電流-電圧特性を、金研強磁場施設の 20 T 超伝導磁石中で測定し、各磁場における臨界電流密度を求めた。なお、得られた PIT 線材の超伝導部分の面積は~0.22mm^2 である。

3. 結果

Fig.1(a)に作製された $Ba(Fe,Co)_2As_2$PIT ワイヤーの T=4.2 K における E-J 特性を示す。どの磁場でも電場の立ち上がりは鋭く、n 値は非常に大きい。Fig.1(b)に E=1 μV/cm の電界基準で決定した J_c の磁場依存性を示す。1 kOe 以下で粒間結合によると考えられる顕著な落ち込みの後は、170 kOe の高磁場まで J_c の磁場依存性は大変弱い。これは、この系の臨界磁場が非常に大きく、粒内 J_c も充分に大きく不可逆磁場も 170 kOe よりもはるかに大きいためと考えられる。なお、この線材の T_c オンセットは~20 K、ゼロ抵抗は~15 K である。

4. まとめ

我々は PIT 法による $Ba(Fe,Co)_2As_2$ 超伝導線を作製し、強磁場下での臨界電流特性の評価を行った。通電法による臨界電流は T=4.2 K 自己磁場下で ~4,000A/cm^2 と同様な手法で作製した$(Ba,K)Fe_2As_2$ 線材より小さな値であった。この一つの原因は、ドーピングレベルによる T_c の低下にあると考えられる。

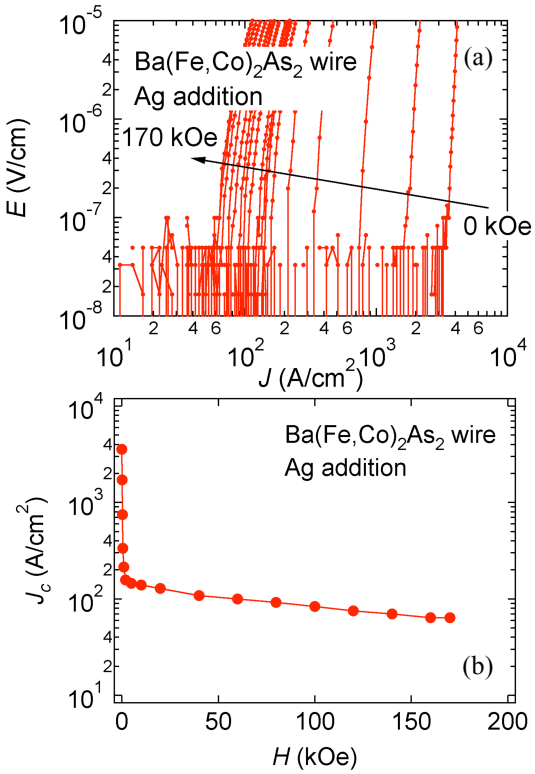

Fig. 1 (a) E-J characteristic of $Ba(Fe,Co)_2As_2$ wire at T = 4.2 K and H = 0, 0.15, 0.3, 0.6, 1, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, and 170 kOe. (b) Magnetic field dependence of J_c at T = 4.2 K.

参考文献

[1] Y. Nakajima *et al.*, J. Phys Soc. Jpn. **78**, 023702 (2009).
[2] T. Taen *et al.*, Phys. Rev. B **80**, 092502 (2009).
[3] Y. Nakajima *et al.* Phys. Rev. B **80**, 012510 (2009).
[4] Z. S. Gao *et al.* Appl. Phys. Lett. **99**, 242506 (2011).